Zur Regenwurmfauna (Oligochaeta: Lumbricidae), insbesondere zur *Proctodrilus*-Verteilung, in den Auen der Tschernosem- und Parabraunerde-Gebiete beiderseits des Erzgebirges

N. HÖSER

Norbert Höser, Am Park 1, 04603 Windischleuba, Germany. E-mail: norbert.hoeser@arcor.de

Abstract. ***On the earthworm fauna (Oligochaeta: Lumbricidae), in particular the distribution of Proctodrilus, in the floodplains of the chernozem and gray-brown podzolic soil areas on both sides of the Ore Mts.*** In a study of mineral soils in floodplains, shallow depressions, and dry valley heads of the Saale-Elster plateau in eastern Germany and along the lower Eger/Ohře river in Czechia, sixteen earthworm species were found. On the basis of these findings, areas of gray-brown podzolic soils can be differentiated from chernozem areas mainly by the occurrence in the former of the two species *Proctodrilus antipai* and *P. tuberculatus*. In a section of one floodplain in the gray-brown podzolic soil area, the distribution of these two earthworm species shows a vicariance situation, such that *P. antipai* is restricted to the outer edges of the floodplain while *P. tuberculatus* inhabits the parts close to the river. In the chernozem areas, on the other hand, *P. antipai* is the only one of the two species to occur, and is also found in those areas close to the river. *P. tuberculatus* disappears in the transitional zone between a floodplain where it occurs and a chernozem floodplain. The distribution of *P. antipai* ends where a floodplain inhabited by it graduates into one belonging to a large river with a high rate of flow. On the stretch of the Elbe near Mlékojedy, where the position of the confluence with the Ohře has migrated over time, the vicariant distribution of the two species within the soil profile was noted. Here *P. antipai* is found in the uppermost soil layer, while *P. tuberculatus* lives in the lower-lying mineral soil at the same location. This ecological vicariance appears to represent different stages of clay translocation in flood loam. The results show that *P. tuberculatus* is dependent on such clay translocation or lessivage, and where this soil-profile-influencing process cannot take place the species does not occur. Examples would be oligotrophic acid montane brown forest soils, eutrophic brown forest soils, and chernozems, as well as the floodplain soils derived from all three.

Keywords. Earthworms, ecological vicariants, floodplain soils, lessivage, Central Bohemian table, Leipzig lowland.

EINLEITUNG

Viele Studien versuchten, die Regenwurmverbreitung mit physikalischen und chemischen Parametern des Bodens in Beziehung zu setzen, oft mit Ergebnissen von mangelhafter Beweiskraft (Curry 1998). Eine einfache Direktbindung der Arten an einzelne abiotische Bodenfaktoren lässt sich nicht sichern und ist auch nicht zu erwarten (Dunger 1998). Auch gibt es der Erfahrung nach keine selektive Anpassung an Bodentypen. Möglicherweise sind für Regenwürmer wie andere Bodenorganismen primär Bodenprozesse wichtig, für die sie eine Reaktionsbreite als Anpassung an Bodensituationen während der Warm- und Kaltzeiten des Eiszeitalters erworben haben (Dunger 1998). Zu diesen Bodenprozessen gehören wahrscheinlich die durch Erosion, Sedimentation, Umlagerung und Perkolation bedingten, so u.a. die texturelle Bodenschichtung, die Tonverlagerung und das mit ihr verbundene Einwaschen kolloidaler Humusstoffe (Höser 1986, 2011). Weitere Hinweise dazu, ermittelt aus der Verbreitung der Regenwürmer über die Grenzen zwischen Parabraunerde- und Tschernosem-Gebieten hinweg, werden im Folgenden aus Auen beiderseits des Erzgebirges vorgestellt.

UNTERSUCHUNGSGEBIETE

Die Untersuchungen fanden in einigen Fluss- und Bach-Auen beiderseits des Erzgebirges statt,

urn:lsid:zoobank.org:pub:BDFB0367-3453-48A5-A648-569D8E27A769
HU ISSN 2063-1588 (online), HU ISSN 0237-5419 (print) http://dx.doi.org/10.18348/opzool.2015.2.133

so im Sandlössgebiet der Saale-Elster-Platte Mitteldeutschlands (Lembke *et al.* 1970) und im Tafelland an der Unteren Eger (Dolnooharská tabule), das im nördlichen Teil von Löss, im südlichen auch von Sandlöss und Flugsanden bedeckt ist (Breburda 1958). In den hydrologischen Einzugsgebieten dieser Auen kommen in unterschiedlichem Ausmaße Parabraunerden und Tschernoseme vor (Ganssen & Hädrich 1965, Ganssen 1972). Auf der Saale-Elster-Platte wurden Standorte südwestlich von Leipzig untersucht, die beiderseits der Verbreitungsgrenze zwischen Tschernosem und Parabraunerde liegen (Haase 1978, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie 1995), von denen aber die meisten mit Parabraunerde-Vorkommen in Kontakt stehen. Im Tafelland an der Unteren Eger/Ohře herrschen Tschernoseme vor, im südlichen Teil dieses Gebietes treten auch tschernosemähnliche Böden (Kalkrendzinen), nährstoffreiche Braunerde und große Flecken von Parabraunerde auf (Janovský 1941, Breburda 1958, Pelíšek 1961, Ganssen & Hädrich 1965). Dementsprechend sind im Eger-Tafelland überwiegend Auenstandorte des Tschernosem-Gebietes und wenige im Kontaktbereich von Parabraunerde-Vorkommen untersucht worden. Viele Auenstandorte im Bereich der Unteren Eger zeichnen sich durch ihre besonders stark zu Gleyen geprägten Böden aus (Pelíšek 1961).

175 Standorte in Auen und zugehörigen Dellen außerhalb menschlicher Siedlungen wurden untersucht, fast ausschließlich auf Grünland, nur einzelne auf aufgelassenem Acker oder in einer Sukzession mit Gehölzen. Die meisten dieser Bodenstandorte liegen im Bach-Wiesengraben-System der Saale-Elster-Platte, die übrigen mehrheitlich im Bereich von Ohře und Čepel.

METHODIK

Die Regenwurmfauna der Auen wurde sowohl auf einzelnen, zufällig verteilten, als auch auf Untersuchungsflächen entlang mehrerer Transsekte erfasst, die quer zur Flussrichtung durch die Aue laufen. Auf jeder Untersuchungsfläche von 0,5 x 0,5 m wurden bis in 0,5 m Tiefe alle Regenwürmer ausgegraben und in zweimaliger Durchsicht des ausgegrabenen Bodens von Hand ausgelesen. Für die Auswertung wurden ausschließlich die adulten Tiere herangezogen. Die taxonomische und zoogeographische Nomenklatur folgt Csuzdi & Zicsi (2003), Csuzdi *et al.* (2011) und Pop *et al.* (2012). Konserviertes Material befindet sich in der Sammlung des Autors.

Die beim Ausgraben hergestellte Schürfgrube diente der Bodenansprache. Korngradierungen und Feuchtestufen des Bodens wurden nach feldmethodischen Kriterien (Fiedler & Schmiedel 1973, Ad-hoc-AG Boden, 2005) eingeschätzt.

Die Begriffe der Auen- und Talmorphologie sind definiert bei Schirmer (1983) und Ahnert (1999).

ERGEBNISSE

Gesamtübersicht

Von 16 Regenwurmarten, die in den Mineralböden der Dellen, Bach- und Kleinflussauen außerhalb menschlicher Siedlungen gefunden wurden, sind zehn sowohl auf der Saale-Elster-Platte als auch im Tafelland der Unteren Eger nachgewiesen, davon *Aporrectodea caliginosa* und *Ap. rosea* in größter Stetigkeit (Tabelle 1). Relativ hohe Stetigkeit erreichen auch *Allolobophora chlorotica* und *Octolasion lacteum,* so zumindest auf der Saale-Elster-Platte. Diese vier Arten und *Proctodrilus tuberculatus* konnten auch im ufernahen Auenboden eines jeden der großen Flüsse Saale, Weiße Elster und Elbe angetroffen werden (Tabelle 2). *Ap. longa*, die auf der Saale-Elster-Platte relativ stetig vorkommt, und *O. cyaneum* wurden im Tafelland der Unteren Eger nicht gefunden. Im Auenboden des gesamten Einzugsgebietes der Eger gelang nur ein Fund von *O. cyaneum*, so im Uferwall dieses Flusses bei Postelberg/Postoloprty, also außerhalb des in Tabelle 1 betrachteten Tschernosem-Kerngebiets und näher an den Parabraunerde-Decken, die neben anderen Böden im hydrologischen Einzugsgebiet dieses Auenstandorts vorhanden sind.

Tabelle 1. Die Regenwurmarten und ihre Verteilung in den Auen und zugehörigen Dellen der Parabraunerde- und Tschernosem-Gebiete der Saale-Elster-Platte und des Tafellandes der Unteren Eger (Dolnooharská tabule). Anzahl der Standorte mit Vorkommen der Arten und maximale Individuendichte (Adulti/0,25 m²) der Arten.

Untersuchtes Gebiet	Saale-Elster-Platte				Tafelland Untere Eger			
	Para-braunerde-Gebiet		Tscherno-sem- Gebiet		Para-braunerde-Gebiet		Tscherno-sem-Gebiet	
Untersuchte Standorte	81		50		4		27	
	A = Anzahl der Standorte mit Vorkommen adulter Tiere B = maximale Anzahl adulter Tiere pro 0,25 m²							
	A	B	A	B	A	B	A	B
Allolobophora chlorotica (Savigny, 1826)	51	24	27	15	-	-	7	2
Aporrectodea caliginosa (Savigny, 1826)	66	40	38	14	4	12	24	25
Aporrectodea longa (Ude, 1885)	29	9	21	10	-	-	-	-
Aporrectodea rosea (Savigny, 1826)	71	30	34	16	3	4	12	12
Dendrobaena auriculata (Rosa, 1897)	-	-	-	-	-	-	5	17
Dendrobaena octaedra (Savigny, 1826)	-	-	-	-	-	-	3	6
Dendrodrilus rubidus (Savigny, 1826)	1	1	1	3	-	-	1	1
Eiseniella tetraedra (Savigny, 1826)	-	-	3	2	-	-	-	-
Helodrilus oculatus Hoffmeister, 1845	-	-	6	5	-	-	-	-
Lumbricus castaneus (Savigny, 1826)	7	11	10	5	3	5	6	7
Lumbricus rubellus Hoffmeister, 1843	6	7	13	4	1	1	2	4
Lumbricus terrestris Linneaus, 1758	12	2	6	2	2	2	8	2
Octolasion cyaneum (Savigny, 1826)	15	5	-	-	-	-	-	-
Octolasion lacteum (Örley, 1881)	38	15	21	15	-	-	12	5
Proctodrilus antipai (Michaelsen, 1891)	2	6	7	8	-	-	9	10
Proctodrilus tuberculatus (Černosvitov, 1935)	10	12	-	-	1	4	-	-

Tabelle 2. Die Regenwurmarten der Bodenstandorte auf flussbegleitendem Grünland an der Saale und Weißen Elster in Mitteldeutschland und an der Böhmischen Elbe/Labe. Anzahl der Standorte mit Vorkommen der Arten und maximale Individuendichte (Adulti/0,25 m²) der Arten.

	Saale im Tschernosem-Gebiet		Weiße Elster im Parabraunerde-Gebiet		Böhmische Elbe im Tschernosem-Gebiet	
Untersuchte Standorte	4		7		2	
	A = Anzahl der Standorte mit Vorkommen adulter Tiere B = maximale Anzahl adulter Tiere pro 0,25 m²					
	A	B	A	B	A	B
Allolobophora chlorotica (Savigny, 1826)	1	3	1	2	2	2
Aporrectodea caliginosa (Savigny, 1826)	4	26	7	14	2	21
Aporrectodea longa (Ude, 1885)			7	3		
Aporrectodea rosea (Savigny, 1826)	4	12	6	5	2	4
Dendrobaena octaedra (Savigny, 1826)	1	2	1	1		
Eiseniella tetraedra (Savigny, 1826)					1	1
Lumbricus castaneus (Savigny, 1826)					2	10
Lumbricus rubellus Hoffmeister, 1843			1	4		
Lumbricus terrestris Linneaus, 1758	4	5			1	1
Octolasion cyaneum (Savigny, 1826)			1	1		
Octolasion lacteum (Örley, 1881)	1	7	1	2	1	1
Proctodrilus antipai (Michaelsen, 1891)					1	19
Proctodrilus tuberculatus (Černosvitov, 1935)	3	9	2	2	2	15

In allen vier Bodenlandschaften, die in Tabelle 1 genannt sind, wurden neben *Ap. caliginosa* und *Ap. rosea* auch *Lumbricus castaneus, L. rubellus* und *L. terrestris* angetroffen. *Proctodrilus antipai* und *P. tuberculatus* kommen in den Auen beiderseits des Erzgebirges vor. Die letztgenannte Art fehlt aber unseren Ergebnissen zufolge in den Auen der Bäche und kleinen Flüsse der Tschernosem-Gebiete.

Aufgrund der Gegebenheit, dass die untersuchten Bodenstandorte außerhalb geschlossener Auenwälder liegen, wurden nur wenige Laubstreu bewohnende (epigäische) Arten, z.B. *Dendrobaena octaedra* und *Dendrodrilus rubidus,* und diese in geringer Individuendichte vorgefunden. Nasse Standorte und damit Vorkommen von *Eiseniella tetraedra* sind zufällig repräsentiert.

Auen der Bäche und kleinen Flüsse

Es fällt auf, dass ausschließlich im Parabraunerde-Gebiet der Saale-Elster-Platte sowohl *P. tuberculatus* als auch *O. cyaneum* als Bewohner der Bach-Auen und Dellen angetroffen wurden. In den Querschnitten der Bach-Auen dieses Gebiets vikariieren *P. tuberculatus* und *P. antipai*. So tritt z.B. in der Aue des Wiesengrabens zwischen Thronitz und Döhlen *P. tuberculatus* in der bachnahen Auenmitte auf, während sich *P. antipai* auf den feuchteren Auenrand beschränkt (Abbildung 1). Im Gegensatz dazu ist *P. tuberculatus* in den untersuchten Tschernosem-Gebieten aus den Auenquerschnitten der weniger abflussreichen Fließgewässer ausgeschlossen, so festgestellt in zwei Bach-Auen der Saale-Elster-Platte (Renne, Der Bach) und in der Aue der Eger/Ohře. Anstelle der genannten Art kommt im fließgewässernahen Mineralboden dieser Auen die Art *P. antipai* vor.

Die Auenböden am Bach zwischen Kleinlehna und Kötzschau, die aus Sedimenten des Tschernosem-Gebietes entstanden sind, beherbergen auffällig häufig *Helodrilus oculatus,* wo unterhalb 2 dm Bodentiefe Wasserfilme sichtbaren Haftwassers vorkommen.

Auen großer Flüsse

An abflussreicheren Großflüssen, die durch ein Parabraunerde-Gebiet führen, und gleichermaßen an solchen, die ein Tschernosem-Gebiet durchschneiden, bewohnt *P. tuberculataus* den ufernahen Auenboden (Tabelle 2). Die Regenwurmfauna solcher flussbegleitender Böden erreicht einen größeren Artenreichtum als die anderer Auenböden. Sie ist besonders artenreich an der seitlichen Verschiebung einer Nebenflussmündung (=Mündungsverschleppung). So wurden an der Mündungsverschleppung der Ohře bei Mlékojedy an der Elbe neun Regenwurmarten auf 0,25 m² gefunden (Abbildung 2), während an anderen Auenstandorten (Abbildung 1) gewöhnlich etwa vier Arten pro Auenbodenfläche dieser Größe vorkommen. Am Standort bei Mlékojedy trat innerhalb des Bodenprofils deutliche ökologische Vikarianz von *P. antipai* und *P. tuberculatus* auf. Im humoseren, fein geschichteten obersten Dezimeter des Bodens, zumeist in 3–8 cm Tiefe, herrschte die erstgenannte, im tieferen Bereich desselben Profils die andere Art vor (Tabelle 3).

Übergang in andersartige Aueneinzugsgebiete

Im Bereich der Vereinigung zweier Wasserläufe, die aus sehr unterschiedlichen Bodenlandschaften kommen, bestehen dauerhafte Unterschiede in der Regenwurmfauna. Zweierlei Fälle wurden beim Übergang in andersartige Aueneinzugsgebiete festgestellt.

So verschwindet *P. tuberculatus* dort im Auenboden, wo die von ihm besiedelte, überwiegend durch Sedimente aus einem Parabraunerde-Gebiet geprägte Aue in eine andere einmündet oder übergeht, die hauptsächlich Tschernosem-Vorkommen entwässert. Beispiele dafür sind die Aue an der Mündung des Wiesengrabens in die Renne bei Kleinlehna und der Übergang von der oberen Čepel-Aue in die Aue der Eger/Ohře. Im erstgenannten Beispiel gelangt *P. tuberculatus* bis an den Stromstrich der vom Tschernosem-Gebiet kommenden Renne und tritt anscheinend in der Aue des weiteren, aus-

Tabelle 3. Vikarianz der *Proctodrilus*-Arten in Bodenprofilen einiger untersuchter Auen.

Fundort	Bodenstandort	Vikariierende Arten im Bodenprofil (oben – unten)	Lebensraum	Quellen
Mieresch (Mureş), bei Soimoş und Bata (RO)	Ufernähe, Bodenschichtung infolge lokalen Wechsels der Überflutungsdynamik, Eintritt in Hochflut-Strömungsschatten	*P. opisthoductus* oben	In 6−9 cm (Soimoş) oder 22 cm (Bata) mächtiger Auflage von humosem Auensediment	Höser (2003) und Feldprotokolle 1195, 1278/79, 1650
		P. tuberculatus unten	Im feinsandigen Auenlehm oder (bei Bata) auf dessen oberer Schichtgrenze bei 22 cm Tiefe	
Große Kokel (Tirnava Mare), bei Hoghilag (RO)	Auenmitte, im Wege einer Nebenströmung der Hochflut	*P. opisthoductus* oben	Am unteren Ende des 3 cm mächtigen Ah-Horizonts	Höser (2011) und Feldprotokoll 1169
		P. tuberculatus unten	Im auffällig tondurchschlämmten feinkörnigen Auenlehm über einer gröberkörnigen Schicht	
Elbe (Labe), bei Mlékojedy (CZ)	Ufernähe, Hochflut-Strömungsschatten	*P. antipai* oben	Etwa 3−8 cm tief im humosen, bindigen Oberboden	Hier vorgelegte Ergebnisse, Feldprotokoll 3684
		P. tuberculatus unten	Im feinsandigeren Auenlehm	

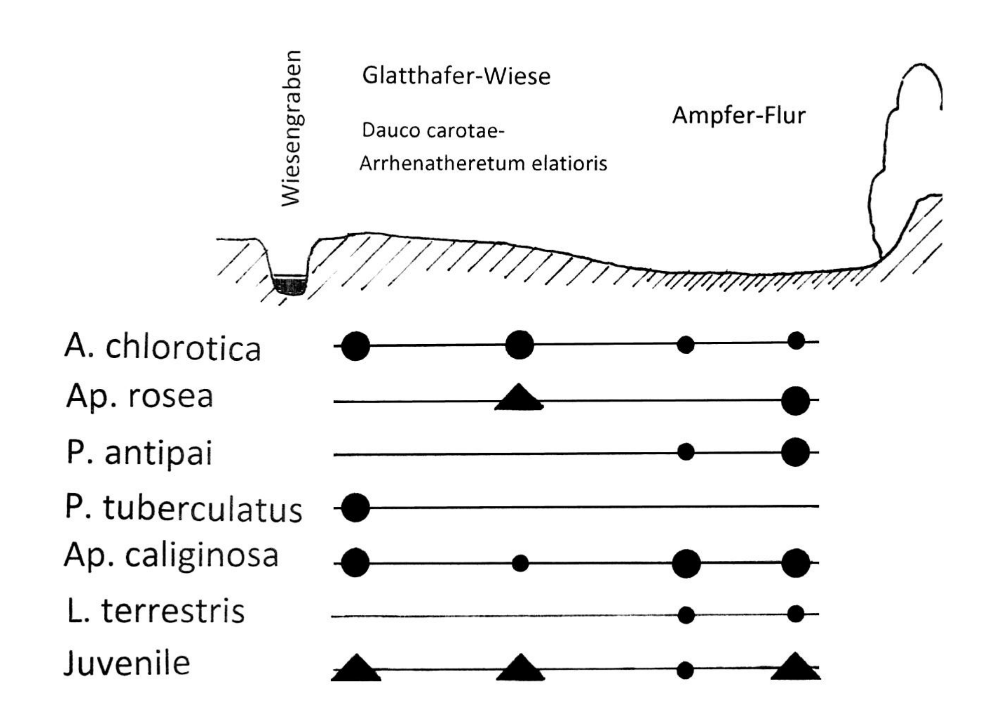


Abbildung 1. Regenwurmfauna im Querschnitt der Aue des Wiesengrabens zwischen Thronitz und Döhlen auf der Saale-Elster Platte. Die Punkte bzw. Dreiecke repräsentieren die Individuendichte der adulten Regenwürmer und der Juvenilen in drei Größenklassen: •1−3, ● 4−10, ▲ > 10 Individuen auf 0,25 m² untersuchter Fläche. Transsektlänge ca. 70 m.

schließlich Tschernosem-Gebiet durchschneidenden Fließgewässerverlaufs („Bach“) nach dem Zusammenfluss nicht mehr auf.

Im anderen Fall endet das Vorkommen von *P. antipai*, wo die von ihm bewohnte Aue in die eines abflussreicheren Flusses mündet. Das betrifft den Bereich an der Mündung der Eger/Ohře in die Elbe/Labe (Abbildung 2), die als Großfluss hier das Tschermosem-Gebiet der Böhmischen Niederung durchschneidet, und auf der Saale-Elster-Platte z.B. die Aue an der Mündung des Bachs in die Luppe (bei Löpitz).

Flachdellen-Talanfänge

An den Flachdellen-Talanfängen (Ahnert 1999) des Oberlaufs einiger Bäche des Parabraunerde-Gebiets auf der Saale-Elster-Platte wurde ausschließlich *P. tuberculatus* als Vertreter des vikariierenden *Proctodrilus*-Artenpaars nachgewiesen. Beispiele dafür sind die Befunde vom oberen Wiesengraben bei Räpitz, vom Luppegraben bei Großschkorlopp, von der Rützschke bei Eisdorf und vom westsüdwestlich von Rehbach liegenden Talanfang einer südwärts, zum Luppegraben hin führenden Delle. Diese vier Bodenstandorte befinden sich allesamt am sanderseitigen Rand von Endmoränen, der erstgenannte am Fuße der zwischen Meyhen und Dölzig verlaufenden, die übrigen an der Dehlitz-Rückmarsdorfer Endmoräne. An jedem dieser Bodenstandorte lebt *P. tuberculatus* in einer 0,4–0,6 m mächtigen, zur Parabraunerde entwickelten weichseleiszeitlichen Sandlöss-Decke, die durch eine Steinsohle an der Basis begrenzt ist (s. Abbildung 139 in Fiedler & Hunger 1970) und auf vorwiegend reinen glazifluviatilen Sanden und Kiesen (s. Abbildung 14 in Eissmann 1970) liegt. Fast alle Befunde ergaben deutlich, dass diese Regenwurmart dort die obersten zwei bis drei Dezimeter des Bodenprofils besiedelt, die stets von festerem Boden unterlagert sind. Nicht gefunden wurde sie an Sandlöss-Standorten über reinem Geschiebemergel.

Auch die Funde von *O. cyaneum* im Gebiet der Saale-Elster-Platte (Tabelle 1) beschränken sich auf Sandlöss-Parabraunerde-Decken der Flachdellen, die im Unterboden etwas verdichtet und von glazifluviatilen Sanden und Kiesen unterlagert sind (Rützschke, Dellen bei Kaja und Rehbach).

Funde endemischer Regenwurmarten

Dendrobaena auriculata (Rosa, 1897): Dolnooharská tabule: 17 ex., Břežany n. O., 05.06. 2010; 8+2+11+1 ex., Břežany n. O., 17.06. 2010. Oherský příkop (Egergraben): 7 ex., Königsberg a. d. Eger/Kynšperk n. O., 18.07. 2010.

Proctodrilus antipai (Michaelsen, 1891): Saale-Elster-Platte: 6 ex., Döhlen, 13.07.2013; 2 ex., Döhlen, 17.09.2013; 2 ex., Markranstädt, 16. 07.2013; 2 ex., Rampitz, 04.10.2013; 1+1 ex., Rampitz, 08.10.2013; 8 ex., Friedensdorf, 02.05.2014; 1 ex., Tragarth, 02.05.2014; 1 ex., Löpitz, 19.04.2014. Dolnooharská tabule: 2+3 ex., Priesen/Březno, 21.10.2006; 1 ex., Břežany n. O., 05.06.2010; 1+6 ex., Břežany n. O., 17.06.2010; 4 ex., Doksany, 20.10.2013; 1 ex., Dolánky n. O., 27.10.2013; 4 ex., Terezín, 27.10.2013; 10 ex., České Kopisty, 27.10. 2013; 19 ex., Mlékojedy, 13.03.2014.

Proctodrilus tuberculatus (Černosvitov, 1935): Saale-Elster-Platte: 9+5+2 ex., Kleinkorbetha, 12.10.2006; 12 ex., Räpitz, 17.09.2013; 1 ex., Thronitz, 01.06.2013; 6 ex., Döhlen, 04.08. 2013; 2 ex., Quesitz, 15.06.2013; 1 ex., Kleinlehna, 22.04.2014; 5 ex., Eisdorf, 30.06.2013; 3 ex., Großschkorlopp, 30.08.2013; 1+2 ex., Großschkorlopp, 13.09.2013; 4 ex., Rehbach, 24.09.2013; 1 ex., Rehbach, 12.12.2013; 2 ex., Zwenkau, 27.09.2013; 1 ex., Zwenkau, 01.10. 2013. Dolnooharská tabule: 15 ex., Nučničky, 20.10.2013; 10 ex., Mlékojedy, 13.03.2014; 4 ex., Kleneč, 13.03.2014.

Gesamtes Material Leg. N. Höser; ex. = exemplar (-ia)

DISKUSSION

13 der 16 gefunden Arten sind peregrin (Michaelsen 1903), von den übrigen gehören *D.*

auriculata dem ostalpinen, *P. antipai* dem zentraleuropäischen und *P. tuberculatus* dem transägäischen Verbreitungstyp an (Csuzdi *et al.* 2011).

Die Untersuchungsergebnisse widerspiegeln durchaus Unterschiede der Verbreitung der Arten. So ist das Fehlen von Funden der Arten *Ap. longa*, *O. cyaneum* und *H. oculatus* in unseren Untersuchungen des Tafellands der Unteren Eger ein Hinweis auf die Lage dieses Gebietes im Areal der Arten. Denn das Einzugsgebiet der Eger liegt am östlichen Rand des Areals von *Ap. longa*, im Falle von *O. cyaneum* und *H. oculatus* im offensichtlich nur spärlich besiedelten südlichen Arealteil bzw. am südöstlichen Arealrand (Bouché 1972, Csuzdi & Zicsi 2003, Pižl 2002, Plisko 1973, Sims & Gerard 1985). Im nördlichen Vorland des Erzgebirges tritt *O. cyaneum* erheblich häufiger auf (Höser 2012), insbesondere außerhalb der Auen.

Die ökologische Vikarianz von *P. antipai* und *P. tuberculatus* im Auenquerschnitt, nämlich dass die erstgenannte Art den Auenrand, die andere den flussnahen Bereich der Aue bevorzugt, ist mehrfach in früheren Arbeiten und ausschließlich für Auen der Parabraunerde-Gebiete belegt worden (Höser 1986, 2008, 2009, 2010). Dass in Auenquerschnitten außerhalb dieser Gebiete *P. antipai* anstelle von *P. tuberculatus* auftritt (Abbildung 2), wurde auch schon beobachtet (Höser 2010). Offensichtlich ist dieses Verschwinden von *P. tuberculatus* charakteristisch für solche Auen, deren Einzugsgebiete überwiegend saure, nährstoffarme Gebirgsbraunerden, nährstoffreiche Braunerden oder Tschernoseme entwässern. Derartige Böden entbehren einer Tonverlagerung. Folglich ist zu schlussfolgern, dass *P. tuberculatus* an die Tonverlagerung gebunden ist (Höser 1986, 2010), die als synsedimentärer Prozess auch in Hochflutlehmen stattfindet (Kopp 1964). Hervorzuheben ist, dass sich das Auftreten dieser Art in Tschernosem-Gebieten auf Aueböden in Ufernähe der Großflüsse beschränkt, so z.B. an Saale und Böhmischer Elbe (Tabelle 2, Abbildung 2). Dieser Sachverhalt führt zur Schlussfolgerung, dass dort die Auendynamik (Hochflut, Grundwasserschwankungen) stärker tonverlagernd wirkt als an Bächen und Kleinflüssen und somit fähig ist, die importierten, *P. antipai* bindenden Tschernosem-Merkmale weitgehend zu löschen.

Die ökologische Vikarianz von *P. antipai* und *P. tuberculatus* innerhalb des Bodenprofils an der Elbe bei Mlékojedy gründet sich anscheinend auf den unterschiedlichen Erfolg, mit dem der Fluss die aus dem Tschernosem-Gebiet stammenden Merkmale im Auenboden beseitigt. Im älteren, tiefer anstehenden Teil des Bodenprofils sind offensichtlich die angelandeten Tschernosem-Merkmale weitgehend gelöscht und das Substrat durch Tonverlagerung geprägt. Im Gegensatz dazu wird der jüngste, oberste Teil desselben Profils regelmäßig durch Sedimentnachschub aus dem Tschernosem-Gebiet mit Ton und organischem Material versorgt, was den Ansprüchen von *P. antipai* genügt. Die Tonverlagerung wird in diesem Profilteil vermutlich durch regelmäßigen Materialimport in einem Anfangsstadium gehalten. In Planosol-Gebieten wurde auch für das Artenpaar *P. opisthoductus* Zicsi, 1985 und *P. tuberculatus* eine ökologische Vikarianz im Bodenprofil gefunden (Höser 2011), so in den Auenböden der Flüsse Mieresch und Große Kokel in Rumänien (Tabelle 3).

Unsere Ergebnisse machen desweiteren deutlich, dass der nahe am Ufer großer Flüsse anstehende Auenboden und die Parabraunerde (Lessivé) auf Lössdecken einander ähnliche Lebensbedingungen für einige Regenwurmarten des Mineralbodens bieten. Indikatoren dieser Bedingungen sind *P. tuberculatus* und *O. cyaneum*. Beide Arten bevorzugen Böden, in deren Entwicklungsgang nach einer primären Phase der Bodenbildung die radikalen Prozesse der Erosion, Umlagerung und Sedimentation eingriffen und Merkmale umprägten (Transformation: Kubiena 1986). Offensichtlich brachte diese Transformation ein spezielles Angebot von Bodenmerkmalen hervor, das Ansprüche der Arten an das Habitat evolutionär differenzierte. Das deuten die hier vorgelegten (s. auch Tabellen 1 und 2) und zahlreiche weitere Befunde an, so z.B. das Auf-

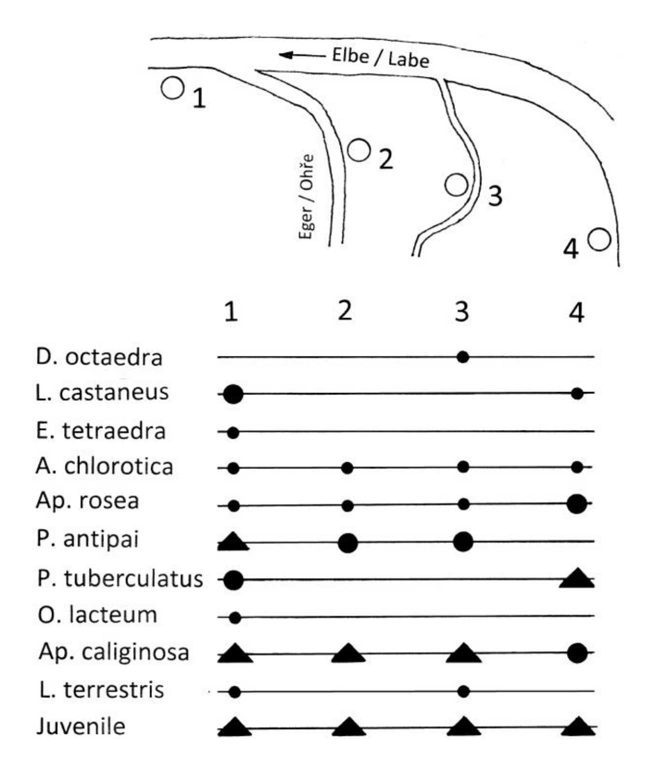


Abbildung 2. Regenwurmfauna im Querschnitt der Aue der Eger/Ohře vor der Eger-Mündung in die Elbe/Labe. Untersuchte Standorte: **1** Wiese am Ufer der Elbe/Labe bei Mlékojedy, unterhalb der Ohře-Mündungsverschleppung; **2** Wiese am Ufer der Eger/Ohře, 1 km nördlich Theresienstadt/Terezín; **3** Wiese am Ufer der Alten Eger/Stará Ohře, 0,5 km südwestlich von České Kopisty; **4** Wiese am Ufer der Elbe/Labe, 0,8 km südöstlich Nučničky. Die Punkte bzw. Dreiecke repräsentieren die Individuendichte der adulten Regenwürmer und der Juvenilen in drei Größenklassen: •1–3, ● 4–10, ▲ > 10 Individuen auf 0,25 m² untersuchter Fläche. Transsektlänge ca. 7,5 km.

treten des *P. tuberculatus* in einer flussnahen, feingeschichteten Auenterrasse (Tabelle 3 in Höser 2003), die Konzentration von *O. cyaneum* im flussnahen Abschnitt eines Transsekts durch die Aue (Höser 2009) oder das Vorkommen beider Arten am Hang (Höser 2012). Diese von beiden Arten bevorzugten Böden zeigen aus relativ feinkörnigem Substrat geschichtete Bodenprofile, die durch Perkolation und Tonverlagerung (Lessivierung) intensivsten Grades geprägt sind. Dabei scheint *P. tuberculatus* an die eluvialen, *O. cyaneum* an die mehr illuvialen Bodenmerkmale (Höser 2012) gebunden zu sein.

Für die erstgenannte Bindung sprechen die hier neu vorgestellten Funde von *P. tuberculatus* über der erkennbaren Einlagerungsverdichtung des Unterbodens an sanderseitigen Flachdellen-Talanfängen. Diese Verdichtung im Unterlagernden seines Lebensraums gewährleistet dem *P. tuberculatus* infolge periodischen Wasserstaus einen vertikalen Feuchtegradienten, somit für die Regenwurmart dieselbe ökologische Konsequenz, die das hängende Kapillarwasser (Mückenhausen 1993) im geschichteten Bodenprofil hat (Höser 2000, 2003). Besonders günstig für die Art ist an diesen Standorten vermutlich, dass sich nach abwärts eine flache Hohlform anschließt, die überschüssiges Bodenwasser talwärts abführt. Denn hier konvergiert die Wasserbewegung zur Längsachse der Hohlform hin (Ahnert 1999), versorgt dort die anliegenden, über der Einlagerungsverdichtung gut perkolierbaren Bodenstandorte mit Feuchtigkeit und gewährleistet damit wahrscheinlich das artgemäße Segment im Feuchtegradienten. Eine Bestätigung solcher Merkmale des Habitats von *P. tuberculatus* vermuten wir auch in den hier genannten Ergebnissen, dass diese Art anscheinend auf dem tonreichen Geschiebemergel fehlt und solche Auenböden meidet, die aus Sedimenten von Tschernosem-Gebieten entstanden sind. Im Tschernosem tritt Tonverlagerung nicht ein. Der demzufolge gemeinsam mit Tschernosem-Material in der Aue sedimentierte, mit fein dispergiertem Humus vermischte Ton, wie auch der von Braunerden gebildete, beide stellenweise im Auenboden aufgrund hochflutdynamischer Vorgänge angereichert, werden beide von *P. tuberculatus* gemieden. Sie sind jedoch offensichtlich für *P. antipai* lebensnotwendige Habitat-Faktoren, z.B. in der Form eines Sd-Horizonts (Höser 2008, 2010).

Die genannten Funde von *P. tuberculatus* und *O. cyaneum* an Flachdellen-Talanfängen der Saale-Elster-Platte lassen desweiteren vermuten, dass das Unterlagernde des Bodenprofils, der dort von Eissmann (1970) kartierte glazifluviatile Sand, Interferenzen bedingt, die beiden Regenwurmarten günstige Habitat-Faktoren bieten.

Danksagung – Für technische Assistenz bei den Arbeiten im Freiland danke ich Herrn Michael Höser. Die Übersetzung ins Englische übernahm dankenswerterweise Herr Brian Hillcoat (Berlin).

SCHRIFTTUM

Ad-hoc-AG Boden des Bund-Länder-Ausschusses Bodenforschung (2005): *Bodenkundliche Kartieranleitung (KA 5)*. 5. Auflage, Hannover, pp. 438.

AHNERT, F. (1999): *Einführung in die Geomorphologie*. 2. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, pp. 440.

BOUCHE, M.B. (1972): *Lombriciens de France. Écologie et systématique*. I.N.R.A., Paris, pp. 671.

BREBURDA, J. (1958): Die genetische Gliederung der Böden der Tschechoslowakei und ihre Bedeutung für deren Bewertung und Nutzung. *Giessener Abhandlungen zur Agrar- und Wirtschaftsforschung des europäischen Ostens,* 5**:** 5−153.

CSUZDI, CS., POP, V.V. & POP, A.A. (2011): The earthworm fauna of the Carpathian Basin with new records and description of three new species (Oligochaeta: Lumbricidae). *Zoologischer Anzeiger*, 250: 2−18. doi: 10.1016/j.jcz.2010.10.001

CSUZDI, CS. & ZICSI, A. (2003): *Earthworms of Hungary (Annelida: Oligochaeta: Lumbricidae).* In. CSUZDI, CS. & MAHUNKA, S. (Eds.) Pedozoologica Hungarica 1. Hungarian Natural History Museum, Budapest, pp. 271.

CURRY, J.P. (1998): *Factors affecting earthworm abundance in soils*. In. EDWARDS, C.A. (Ed.) Earthworm ecology. St. Lucie Press, Boca Raton, etc., pp. 37−64. doi: 10.1201/9781420039719.pt3

DUNGER, W. (1998): Die Bindung zwischen Bodenorganismen und Böden und die biologische Beurteilung von Böden. *Bodenschutz,* 3: 62−68.

EISSMANN, L. (1970): Geologie des Bezirkes Leipzig. Eine Übersicht. *Natura regionis Lipsiensis*, 1/2: 1−172, mit Beilagen.

FIEDLER, H.J. & HUNGER, W. (1970): *Geologische Grundlagen der Bodenkunde und Standortslehre*. Verlag Theodor Steinkopff, Dresden, pp. 382.

FIEDLER, H.J. & SCHMIEDEL, H. (1973): *Methoden der Bodenanalyse. Band 1: Feldmethoden*. Verlag Theodor Steinkopff, Dresden, pp. 239.

GANSSEN, R. (1972): *Bodengeographie mit besonderer Berücksichtigung der Böden Mitteleuropas*. K.F. Koehler Verlag, Stuttgart, pp. 325.

GANSSEN, R. & HÄDRICH, F. (1965): *Atlas zur Bodenkunde*. Bibliographisches Institut, Darmstadt, pp. 85.

HAASE, G. (1978): Leitlinien der bodengeographischen Gliederung Sachsens. *Beiträge zur Geographie,* 29 (1): 7−79.

HÖSER, N. (1986): Die Bindung zweier Unterarten von *Allolobophora antipai* (Lumbricidae) an Lößböden unterschiedlicher Genese. *Pedobiologia*, 29: 319−326.

HÖSER, N. (2000): *Die Verteilung der azonalen Elemente der Regenwurmfauna in Auenquerschnitten von Kokel und Mieresch*. In. HELTMANN, H. & VON KILLYEN, H. (Eds.) Naturwissenschaftliche Forschungen über Siebenbürgen VI. *Siebenbürgisches Archiv,* 36: 219−232.

HÖSER, N. (2003): Die Verteilung der Regenwürmer in der Aue des Mieresch (Siebenbürgen, Banat, Rumänien). *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich,* 140: 99−116.

HÖSER, N. (2008): Die Regenwürmer *Proctodrilus tuberculatus* (ČERNOSVITOV, 1935) und *Proctodrilus antipai* (MICHAELSEN, 1891) als Indikatoren der fossilen Oberflächengliederung der Flussaue (Oligochaeta: Lumbricidae). *Hercynia N.F.*, 41: 263−272.

HÖSER, N. (2009): Die Regenwurmfauna (Oligochaeta: Lumbricidae) in zwei Querschnitten durch die Aue der Pleiße bei Windischleuba. *Mauritiana*, 20: 579−586.

HÖSER, N. (2010): Zur Ökologie der Regenwürmer *Proctodrilus antipai* (Michaelsen, 1891) und *P. tuberculatus* (Černosvitov, 1935) in den Auen des mitteleuropäischen Mittelgebirgsgürtels. *Acta Musei Moraviae, Scientiae biologicae*, 95 (2): 1−9.

HÖSER, N. (2011): Die Regenwurmfauna (Oligochaeta: Lumbricidae) der Aue der Großen Kokel als Abhängige der Böden im Flusseinzugsgebiet und der Auengradienten. *Opuscula Zoologica Budapest,* 42: 23−34.

HÖSER, N. (2012): Regenwürmer (Oligochaeta: Lumbricidae) in der Hangcatena. *Hercynia N.F.*, 45: 193−208.

JANOVSKÝ, J. (1941): Půdy soudního okresu Roudnice nad Labem. *Sborník výzkumných ústavů zemědělských,* 169: 1−150, mit Bodenkarte.

KOPP, E. (1964): Zur Genese der Böden aus Hochflutlehm auf der Niederterrasse im Raume Bonn-Köln-Krefeld. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 15: 81−91.

KUBIENA, W.L. (1986): *Grundzüge der Geopedologie und der Formenwandel der Böden*. Aus dem Nachlass, bearbeitet von F. BLÜMEL und F. SOLAR. Österreichischer Agrarverlag, Wien, pp. 128.

LEMBKE, H., ALTERMANN, M., MARKUSE, G. & NITZ, B. (1970): Die periglaziäre Fazies im Alt- und Jungmoränengebiet nördlich des Lößgürtels. *Petermanns Geographische Mitteilungen, Ergänzungsheft,* 274: 213−268.

MICHAELSEN, W. (1903): *Die geographische Verbreitung der Oligochaeten*. Friedländer & Sohn, Berlin, 10 Karten, pp. 186.

MÜCKENHAUSEN, E. (1993): *Die Bodenkunde und ihre geologischen, geomorphologischen, mineralogischen und petrologischen Grundlagen*. 4., ergänzte Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 24 Farbtafeln, pp. 579.

PELÍŠEK, J. (1961): *Atlas hlavních půdních typů ČSSR*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 2 Karten, pp. 441.

PIŽL, V. (2002): Žížaly České republiky. Earthworms of the Czech Republic. *Sborník Přírodovědného klubu v Uherském Hradišti Supplementum,* 9: 3−154.

PLISKO, J.D. (1973): *Lumbricidae. Dżdżownice (Annelida: Oligochaeta).* Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, pp. 156.

POP, V.V., POP, A.A. & CSUZDI, CS. (2012): *An annotated checklist of the Romanian earthworm fauna (Oligochaeta: Lumbricidae)*. In. PAVLIČEK, T., CARDET, P., CSUZDI, CS., LE BAYON, R.-C. & GOBAT, J.-M. (Eds.) Advances in Earthworm Taxonomy V (Annelida: Oligochaeta). Proceedings of the 5th International Oligochaeta Taxonomy Meeting Beatenberg, Switzerland, 11–15 April, 2011. *Zoology in the Middle East Supplementum,* 4: 59−70. doi: 10.1080/09397140.2012.10648985

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (1995): Übersichtskarte der Böden des Freistaates Sachsen 1: 400 000.

SCHIRMER, W. (1983): Die Talentwicklung an Main und Regnitz seit dem Hochwürm. *Geologisches Jahrbuch*, A 71: 11−43.

SIMS, R.W. & GERARD, B.M. (1985): *Earthworms*. In. KERMACK, D.M. & BARNES, R.S.K. (Eds.): Synopses of the British Fauna (N.S.) 31. E.J. Brill, Leiden, pp. 171.